



Жидкости и технологии с низким ПГП

Предыстория: В Информационном листке Кигали №2 описаны основные рынки ГХФУ и ГФУ. Эти газы в основном применяются в RACHP (охлаждение, кондиционирование воздуха, тепловые насосы), в пенообразовании и, как распыляющее вещество, в аэрозолях. Большинство из этих применяемых ГХФУ и ГФУ обладают ПГП¹ от 1000 до 4000. Для достижения целей Кигалийской поправки будет необходимо использовать жидкости с гораздо более низкими ПГП.

Чтобы умножить долгосрочные выгоды от сокращения ГФУ, конечным пользователям нужен доступ к технологиям, использующим жидкости с самыми низкими возможными ПГП. Можно предположить, что окончательный ассортимент изделий будет включать множество продуктов, использующих жидкости с «ультра-низким» ПГП вместе с некоторыми продуктами с более высоким ПГП. См. подробнее в Информационном листке Кигали №3 о диапазоне ПГП для существующих и будущих технологических вариантов.

Выбор альтернатив с низким ПГП:

Самые распространенные ГХФУ и ГФУ обладают «высоким» или «очень высоким» ПГП. В идеале, все применения перейдут в «ультра-низкую» категорию. Эта категория включает три самые распространенные нетрадиционные (NIP) жидкости – аммиак, CO₂ и углеводороды (HC) вместе с несколькими недавно внедренными фторуглеродами – ГФО.²

Однако не все применения приспособлены к имеющимся жидкостям с ультра-низким ПГП. Например:

- Углеводороды хорошо приспособлены для небольших герметичных холодильных установок (бытовых холодильников), но не могут использоваться во многих крупных установках из-за проблем с безопасностью, связанных с воспламеняемостью.
- ГФО хорошо приспособлены для кондиционеров воздуха с водоохладителем средних и больших размеров, но они не достигают того же уровня энергоэффективности, что и жидкости с высоким ПГП в малых и средних сплит-системах кондиционеров воздуха.



На основе докладов TEAP целевой группы.

Конструкторы товаров и оборудования, которые в настоящее время используют ГФУ, должны искать альтернативы с пониженным ПГП, которые обеспечивают наилучший компромисс с точки зрения различных технических характеристик:

1. Высокая энергоэффективность.
2. Безопасная эксплуатация.
3. Конкурентоспособные капитальные и эксплуатационные расходы.
4. Хорошие экологические характеристики.

Важно помнить, что хорошие экологические характеристики на большинстве рынков ГХФУ и ГФУ – это сочетание высокой энергоэффективности (для сокращения выбросов CO₂ в энергетике) и низкого ПГП. Наилучшие экологические характеристики могут опираться на использование жидкости со средним ПГП, если последняя обеспечит высшую энергоэффективность и если будут минимизированы утечки.

Безопасная эксплуатация с огнеопасными альтернативами

Большинство ГХФУ и ГФУ неогнеопасны – это свойство делает эти жидкости очень популярными на многих рынках. Большинство альтернатив с ультра-низким и низким ПГП обладают определенной степенью огнеопасности – это может ограничить их применение в некоторых рыночных секторах.

¹ См. Глоссарий сокращений в Информационном листке №14.

² ГФО = гидро-фтор-олефины, также именуемые «ненасыщенными ГФУ». Молекулы углерода, фтора и водорода, включающие двойную связь между двумя атомами углерода. Все недавно внедренные ГФО обладают ПГП ниже 10.

Во время поэтапного выведения ОРВ мы наблюдали успешное и безопасное внедрение различных высоко огнеопасных жидкостей на ряде различных рынков. Например:

Бытовые аэрозоли (товары для личного ухода) применяют углеводородные распылители.

Часть отрасли полиуретановых панелей перешла на углеводородные распылители.

Бытовые холодильники используют углеводороды в холодильном контуре и для пенной изоляции.

Когда выведение ОРВ было впервые согласовано в 1987 году, было неизвестно, можно ли будет использовать огнеопасные жидкости в этих целях, но конструкторы товаров решили проблему безопасности и нашли долгосрочные финансовые выгоды, так как углеводороды более дешевое сырье, чем ХФУ, на смену которым они пришли.

Во время сокращения ГФУ, требуются аналогичные действия, дабы содействовать внедрению огнеопасных альтернатив. Препятствия, созданные стандартами безопасности, строительными нормами и национальным законодательством, следует устранить прежде, чем будет достигнут полный рыночный потенциал огнеопасных жидкостей. См. подробнее об огнеопасных жидкостях в [Информационном листке Кигали №10](#) и в [Информационном листке Кигали №11](#) – комментарии к стандартам безопасности.

Использование жидкостей с промежуточно средним и высоким ПГП

Поэтапное сокращение ГФУ займет более 15-20 лет. Вероятно, будут внедрены новые продукты на промежуточной основе которые будут заменены позднее продуктами с пониженным ПГП.

Примером могут послужить новые смеси хладагентов, внедренные в качестве альтернативы R-404A, который имеет очень высокий ПГП - 3922. Две новых смеси, с ПГП около 1400, недавно внедрены как альтернативы R-404A. Они принадлежат «высокой» категории ПГП и гораздо выше долгосрочного целевого показателя, который требуется, чтобы достичь 85% сокращения ГФУ. Однако они оба обладают значительно более низким ПГП, чем R-404A и могут внести полезный вклад в сокращение на раннем этапе. Обе новых жидкости неогнеопасны – это значительное преимущество на краткосрочную перспективу, так как оно позволяет их применение без значительных конструктивных изменений.

Рынок будет нуждаться в товарах, работающих на жидкостях в категории высокого и среднего ПГП в последующие 10 лет. Однако достижение долгосрочных сокращений может быть невозможно, если до 2030-х года все еще будут применяться большие количества этих жидкостей.

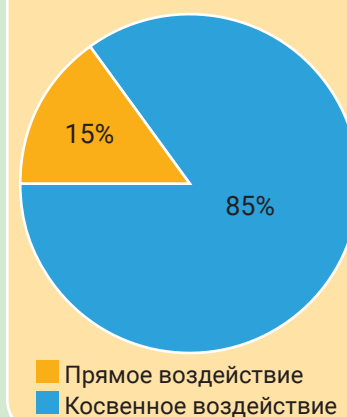
Важность энергоэффективности

Важно учитывать общее воздействие товаров и оборудования на глобальное потепление. Оно включает две составляющие:

- **Прямое** воздействие применяемой жидкости (например, утечка хладагента с высоким ПГП).
- **Косвенное** воздействие энергии, потребленной при эксплуатации оборудования (например, холодильника или кондиционера воздуха).

В большинстве применений РАС косвенные выбросы, связанные с энергетикой, преобладают в доле всеобщего воздействия на глобальное потепление, даже если используется жидкость с высоким ПГП. Важно, чтобы новые технологии на жидкостях с пониженным ПГП также обладали высокой энергоэффективностью. На диаграмме показано типичное соотношение при воздействии комнатного кондиционера воздуха на всеобщее глобальное потепление. Хладагент обладает высоким ПГП (2088), но именно на CO₂ от потребления электричества приходятся наибольшие выбросы парниковых газов. Высокая энергоэффективность и низкие утечки хладагента жизненно важны для этого типа оборудования.

Комнатный кондиционер с R-410A



Развитие рынка при жидкостях с пониженным ПГП: В нижеследующих таблицах приведено краткое описание того, как жидкости с низким ПГП внедряются в различные сектора и подсектора рынка.

Бытовые холодильники и морозильники	
Небольшие заводские холодильные системы с содержанием 0,05-0,25 кг хладагента.	
Типичное ОРВ (ПГП)	ХФУ-12 (10 900)
Типичный ГФУ	ГФУ-134а (1 430)
Фторуглерод, низкий ПГП	ГФО-1234yf (4)
Нетрадиционный	НС-600а (изобутан, 3)
С 2000 года углеводороды широко применяются в Европе и других регионах. Сотни миллионов холодильников на углеводородах уже находятся в эксплуатации. ГФУ-134а все еще применяется в США, но вероятно, что углеводороды появятся на этом рынке. Имеется хороший потенциал для углеводородов в большинстве стран 5 статьи. ГФО-1234yf – возможный вариант, если в определенных применениях огнеопасная жидкость неприемлема.	



Автомобильные кондиционеры воздуха	
Малые мобильные системы кондиционирования воздуха с содержанием 0,4-0,8 кг хладагента.	
Типичное ОРВ (ПГП)	ХФУ-12 (10 900)
Типичный ГФУ	ГФУ-134а (1 430)
Фторуглерод, низкий ПГП	ГФО-1234yf (4)
Нетрадиционный	R-744 (CO ₂ , 1)
Глобальная автопромышленность начала переход с ГФУ-134а на ГФО-1234yf в 2013 году, изначально под воздействием законодательства ЕС, которое запретило новые автомобильные кондиционеры воздуха, если ПГП > 150. Десятки миллионов автомобилей будут применять ГФО-1234yf к концу 2017 г. Некоторые автопроизводители озабочены огнеопасностью и все еще думают о переходе на CO ₂ .	



Холодильники для розничной продажи напитков и продуктов питания: большие централизованные системы	
Многокомпрессорные централизованные системы для охлаждающих витрин в супермаркетах. Низкая температура (-20оС) для замороженных продуктов, средняя температура (+4оС) для охлажденных продуктов. Большие разнесенные системы, связывающие различные розничные витрины и хранилища, содержащие 50-200 кг хладагента.	
Типичное ОРВ (ПГП)	ГХФУ-22 (1810)
Типичный ГФУ	R-404A (3922) ГФУ-134а (1430)
Фторуглерод, низкий ПГП	Невоспламеняемые смеси R-448A, R-449A (~1400)
Нетрадиционный	R-744 (CO ₂ , 1) НС-290 (пропан, 3)
Исторически очень большой потребитель ГХФУ и ГФУ; централизованные системы супермаркетов характеризуются большим зарядом и высокими средними утечками – зачастую более 20% в год. Компании, владеющие супермаркетами, находятся на переднем крае разработки новых вариантов с пониженным ПГП. Имеется значительное преимущество у транскритических систем на CO ₂ , особенно в странах с холодным климатом. Каскадные системы не могут использоваться в жарком климате. На смену некоторым централизованным системам приходят небольшие герметичные пропановые системы, охлаждаемые змеевиком с охлаждающей водой. Неогнеопасные смеси являются хорошим промежуточным вариантом с ПГП на 65% ниже, чем у R-404A. Там, где возможно, следует избегать R-404A как альтернативу ГХФУ-22 с нулевым ОРП. Он обладает очень высоким ПГП и не обеспечивает наилучшей энергоэффективности по сравнению с вариантами, имеющими пониженный ПГП.	



**Холодильники для розничной продажи напитков и продуктов питания:
конденсаторы**

Конденсатор (один компрессор / конденсатор), подключенный к одной или двум витринам охлажденных или замороженных продуктов. Обычно это весьма небольшие системы в небольших магазинах или круглосуточных мини-маркетах, содержащих 5-10 кг хладагента.

Типичное ОРВ (ПГП)	ГХФУ-22 (1 810)
Типичный ГФУ	R-404A (3 922) ГФУ-134a (1 430)
Фторуглерод, низкий ПГП	Неогнеопасные смеси R-448A, R-449A (~1 400) Смеси с низкой огнеопасностью - R-454A (239)
Нетрадиционный	R-744 (CO ₂ , 1)

Глобальная автопромышленность начала переход с ГФУ-134a на ГФО-1234yf в 2013 году, изначально под воздействием законодательства ЕС, которое запретило новые автомобильные кондиционеры воздуха, если ПГП > 150. Десятки миллионов автомобилей будут применять ГФО-1234yf к концу 2017 г. Некоторые автопроизводители озабочены огнеопасностью и все еще думают о переходе на CO₂.



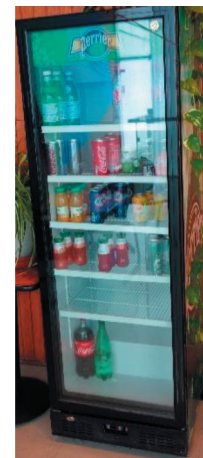
© Shutterstock

**Холодильники для розничной продажи напитков и продуктов питания:
небольшие герметичные системы**

Небольшие заводские системы – отдельно стоящие холодильники для бутылок, витрины-прилавки, обычно содержат 0,1-1 кг хладагента.

Типичное ОРВ (ПГП)	R-502 (4 657) ХФУ-12 (10 900)
Типичный ГФУ	R-404A (3 922) ГФУ-134a (1 430)
Фторуглерод, низкий ПГП	ГФО-1234yf (4) Смеси с низкой огнеопасностью - R-455A (148)
Нетрадиционный	HC-290 (пропан, 3) R-744 (CO ₂ , 1)

Растущее использование углеводородов в качестве хладагентов недостаточно для того, чтобы соответствовать стандартам безопасности во многих применениях. Миллионы единиц оборудования на углеводородах уже находились в эксплуатации к 2017 г. Системы на CO₂, разработанные для холодильников с бутылками и прочие малые системы для рынков, где огнеопасная жидкость неприемлема. Жидкости с низкой воспламеняемостью (ГФО-1234yf и R-455A) тоже будут применяться в этом секторе рынка.



Промышленное охлаждение

Разнообразные системы средних и больших размеров (<50 кг до >1000 кг хладагента), включая не прямые системы (с водоохладителями) и прямое применение хладагента (непосредственное охлаждение, затопленная система непосредственного охлаждения или насосные системы).

Типичное ОРВ (ПГП)	ГХФУ-22 (1 810)
Типичный ГФУ	R-404A (3 922) ГФУ-134a (1 430)
Фторуглерод, низкий ПГП	Неогнеопасные смеси и смеси с низкой воспламеняемостью Для чиллеров: ГФО-1234ze (7) ГФО-1233zd (4)
Нетрадиционный	R-717 (аммиак, 0) R-744 (CO ₂ , 1)

Вопросы безопасности могут рентабельно решаться на больших установках, поэтому аммиак популярен. Применение новых ГФО вероятно будет возрастать для промышленных водоохладителей.



© Shutterstock

Охлаждение на транспорте	
Холодильные установки автотранспорта и контейнеров, содержащие 3-10 кг хладагента, главным образом используются для перевозки замороженных и охлажденных продуктов питания.	
Типичное ОРВ (ПГП)	ГХФУ-22 (1 810)
Типичный ГФУ	R-404A (3 922) ГФУ-134a (1 430)
Фторуглерод, низкий ПГП	Неогнеопасные смеси R-452A (2 140)
Нетрадиционный	R-744 (CO ₂ , 1)
Вопросы безопасности важны, поэтому все нынешние альтернативы неогнеопасны. Смеси с низкой огнеопасностью тоже могут войти на этот рынок, если будут решены вопросы безопасности.	



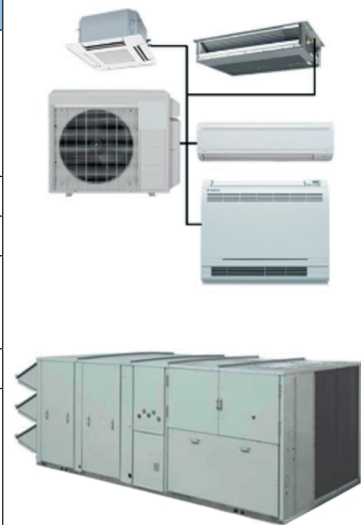
© Shutterstock

Малые и средние кондиционеры воздуха с одиночной сплит-системой	
МОдиночный испаритель в охлаждаемой комнате, подключенный к наружному конденсатору (компрессору / конденсатору), содержит 0,5-5 кг хладагента. Используется в бытовых и небольших коммерческих применениях (магазинах, офисах).	
Типичное ОРВ (ПГП)	ГХФУ-22 (1 810)
Типичный ГФУ	R-410A (2 088)
Фторуглерод, низкий ПГП	ГФУ-32 (675) Смеси с низкой огнеопасностью - R-454B (466)
Нетрадиционный	HC-290 (пропан, 3)
В настоящее время на рынке трудно найти вариант с очень низким ПГП – пропан можно безопасно применять только в очень малых системах на нижнем уровне размеров для этого сектора рынка. Применение менее огнеопасного ГФУ-32 быстро возрастает на некоторых рынках, особенно, в Японии. Десятки миллионов единиц оборудования на ГФУ-32 работают к 2017 г. Смеси ГФО с ГФУ-32 также разрабатываются некоторыми производителями оборудования.	



© Shutterstock

Большие мульти-сплит, VRF и агрегатированные кондиционеры воздуха	
Многочисленные комнатные испарители, подключенные к большим наружным конденсаторам. Системы VRF (регулируемый расход хладагента) могут обеспечить одновременное охлаждение и обогрев в разных комнатах. Агрегатированные установки применяются с каналными системами. Обычно содержат 5-50 кг хладагента	
Типичное ОРВ (ПГП)	ГХФУ-22 (1 810)
Типичный ГФУ	R-410A (2 088)
Фторуглерод, низкий ПГП	ГФУ-32 (675) Неогнеопасные смеси - R-450A (605) Смеси с низкой воспламеняемостью -R-454B (466)
Нетрадиционный	нет
Хладагенты с низкой воспламеняемостью (смеси ГФУ-32 и ГФО) применяются в малых системах, если позволяют нормы безопасности. Большие системы VRF в настоящее время являются проблематичными, так как требуют неогнеопасного хладагента и в настоящее время нет ничего подходящего с ПГП ниже того, что есть у R-410A. Большие агрегатированные системы могут применять неогнеопасные смеси, например, R-450A.	



Кондиционирующие воздух водоохладители	
Заводские водоохладители средних и больших размеров используются для охлаждения больших зданий. Обычно содержат 50-500 кг хладагента.	
Типичное ОРВ (ПГП)	ГХФУ-22 (1 810) ГХФУ-123 (77)
Типичный ГФУ	ГФУ-134а (1 430) R-410А (2 088)
Фторуглерод, низкий ПГП	ГФО-1234ze (7) ГФО-1233zd (4) R-514А (7) ГФУ-32 (675) R-450А (605)
Нетрадиционный	НС-290 (пропан) R-717 (аммиак)
<p>Водоохладители обычно расположены в местах ограниченного доступа – в особых машинных помещениях или на крышах. Хладагент используется только в этих местах ограниченного доступа. Так проще пользоваться огнеопасными или токсичными хладагентами. Все больше появляется различных вариантов с ультра-низким ПГП, включая несколько ГФО. ГФО-1234ze является альтернативой ГФУ-134а в водоохладителях среднего давления. Он обладает пониженной огнеопасностью. ГФО-1233zd и недавно внедренная смесь R-514А являются альтернативами ГХФУ-123 в водоохладителях низкого давления – они оба неогнеопасны. Помимо этого, также возможно рассматривать применение аммиака или пропана.</p>	



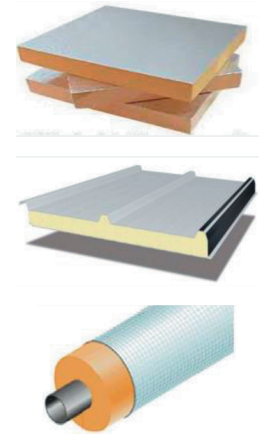
Технические аэрозоли	
Небытовые аэрозоли, например, для подачи смазочных материалов, растворителей, пены, баллончиков со сжатым воздухом.	
Типичное ОРВ (ПГП)	ХФУ-12 (10 900)
Типичный ГФУ	ГФУ-134а (1 430)
Фторуглерод, низкий ПГП	ГФО-1234ze (7)
Нетрадиционный	углеводороды (3), DME (диметиловый эфир, 1)
<p>Исторически, в большинстве аэрозолей в качестве распылителя использовался ХФУ. После выведения ХФУ большая часть рынка, особенно, потребительских товаров, перешла на нетрадиционные (НИК) распылители. Часть остающегося рынка требует неогнеопасного распылителя. Вероятно, ГФО-1234ze станет преобладающим там, где это требуется. Углеводороды и DME можно безопасно применять там, где в настоящее время применяется ГФУ.</p>	



Медицинские аэрозоли (MDI= дозированный аэрозольный ингалятор)	
MDI (дозированный аэрозольный ингалятор) – небольшой аэрозольный баллон для доставки лекарств при легочных заболеваниях, например, астме. Каждый MDI содержит 20 грамм распылителя ГФУ.	
Типичное ОРВ (ПГП)	ХФУ-12 (10 900)
Типичный ГФУ	ГФУ-134а (1 430) ГФУ-227еа (3 220)
Фторуглерод, низкий ПГП	В настоящее время не имеется
Нетрадиционный	Многие аэрозольные лекарства могут вводиться порошковыми ингаляторами (DPI).
<p>В настоящее время на MDI не распространяется требование о сокращении ГФУ, как в ЕС, т.к. расходы и сроки на разработку альтернатив ГФУ в MDI очень высоки и долгосрочны. Ситуация может измениться, если будет найден альтернативный фторуглерод с низким ПГП (идут испытания).</p>	



Изоляционная полиуретановая пена (PU)	
<p>Различные типы пен с закрытыми ячейками, включая PU, PIR (полиизоцианурат) и фенольные пены. Распыляющий газ применяется для создания ячеек в полимерной матрице. Распыляющий газ улавливается внутри ячейки и может значительно способствовать термическому сопротивлению продукта. Широко используется, в т.ч., в панелях со стальным покрытием, многослойных панелях, монтажной пене, изоляции труб и сосудов, и в быту.</p>	
Типичное ОРВ (ПГП)	ХФУ-12 (10 900)
Типичный ГФУ	ГФУ-134a (1 430) ГФУ-227ea (3 220)
Фторуглерод, низкий ПГП	В настоящее время не имеется
Нетрадиционный	Многие аэрозольные лекарства могут вводиться порошковыми ингаляторами (DPI).
<p>Углеводороды заменили значительное количество распыляющих агентов, являющихся ОРВ, так как их свойства приемлемы и сырье дешево. Часть рынка перешла с ГХФУ на ГФУ. Новые распыляющие агенты ГФО с ультра-низким ПГП проявляют весьма многообещающие термические характеристики (т.е. очень низкую теплопроводность), что может оправдать их применение, несмотря на высокую стоимость.</p>	



Экструдированный изоляционный пенополистирол (XPS)	
<p>XPS – пена с закрытыми ячейками, применяется для производства панелей для стен, пола и изоляции потолков.</p>	
Типичное ОРВ (ПГП)	ГХФУ-142b (2 310)
Типичный ГФУ	ГФУ-134a (1 430)
Фторуглерод, низкий ПГП	ГФО-1234ze (7)
Нетрадиционный	CO ₂ (1)
<p>Часть рынка перешла на CO₂, но этот распылитель трудно применять. Новые распылители на ГФО показывают хорошие результаты, но стоимость может стать препятствием к их применению.</p>	



См. Информационный листок №14, примечание по источникам ПГП.